

09/804.486

19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



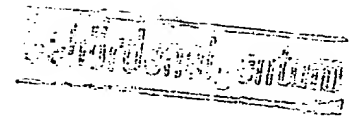
DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 Patentschrift  
11 DE 3834442 C1

21 Aktenzeichen: P 38 34 442.4-31  
22 Anmeldetag: 10. 10. 88  
43 Offenlegungstag: —  
45 Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 9. 11. 89

51 Int. Cl. 4:  
H04R 25/00

H 04 R 3/04  
H 04 R 11/00  
H 04 R 7/00  
G 09 B 21/00  
A 61 F 11/04  
G 10 L 7/04



DE 3834442 C1

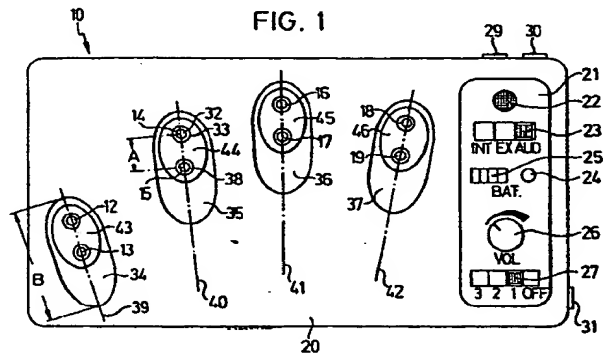
Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

73 Patentinhaber:  
Hortmann GmbH, 7449 Neckartenzlingen, DE  
74 Vertreter:  
Schwan, G., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 8000 München

72 Erfinder:  
Leysieffer, Hans, Dr.-Ing., 8028 Taufkirchen, DE;  
Hortmann, Günter, 7449 Neckartenzlingen, DE  
56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht gezogene Druckschriften:  
DE 33 22 108 C2  
DE 35 10 508 A1  
EP 01 67 471 A2

54 Gerät für die mehrkanalige Übertragung von Informationen über den Tastsinn

Gerät für die mehrkanalige Übertragung von Informationen, insbesondere Sprachinformationen, über den Tastsinn. Das Gerät weist eine Mehrzahl von elektromechanischen Wandlern zum Umwandeln von elektrischen Signalen in zur Einwirkung auf verschiedene Hautorte der Körperoberfläche bestimmte vibrotaktile Reizsignale auf. Diese Wandler und eine ihnen vorgeschaltete Signalverarbeitungsvorrichtung sind in einem gemeinsamen, tragbaren Gehäuse integriert. Die Wandler sind vorzugsweise paarweise angeordnet und vorteilhaft so gruppiert, daß sie zur Anlage an den Fingergliedern oder den Fingerspitzen des Benutzers kommen (Fig. 1).



DE 3834442 C1

Die Erfindung betrifft ein Gerät für die mehrkanalige Übertragung von Informationen, insbesondere Sprachinformationen, über den Tastsinn, mit einer Mehrzahl von elektromechanischen Wandlern zum Umwandeln von elektrischen Signalen in zur Einwirkung auf verschiedene Hautorte der Körperoberfläche bestimmte vibrotaktile Reizsignale.

Ein solches Gerät erlaubt es insbesondere, Schwerst- hörgeschädigten oder Ertaubten und Gehörlosen wesentliche Informationen der natürlichen Sprache zu übermitteln. Dabei ist die mehrkanalige Reizung wichtig, weil der einkanalig gereizte Tastsinn, anders als das gesunde Gehör, nicht in der Lage ist, unterschiedliche Anregungsfrequenzen als verschiedene Informationen deutlich zu unterscheiden. Daher kann eine einkanalige Übertragung von Informationen, bei der nur ein Wandler einen Hautort anregt, im wesentlichen nur Intensitätsunterschiede und zeitliche Strukturen übermitteln. Da die menschliche Sprache aber wesentliche Informationen im Frequenzbereich (Spektralbereich) enthält, ist eine Übertragung mit mehreren getrennten Kanälen unerlässlich, die mit geeigneter Codierung die spektralen Merkmale mittels der gleichen Anzahl von Wandlern (Reizgebern) auf verschiedene Hautorte der Körperoberfläche überträgt. Als Reizregion für die Applikation mehrerer Reizgeber ist aus informationstechnischen Gründen und wegen der psychophysikalischen Eigenschaften des Tastsinns die Hand (bzw. die Hände) am besten geeignet.

Bei einem bekannten Gerät der vorstehend genannten Art (DE 35 10 508 A) sind die als taktile Reizgeber dienenden Wandler als Fingerringe ausgebildet, die an die verschiedenen Finger einer Hand angesteckt und über einzelne Anschlußleitungen mit Steuersignalen beaufschlagt werden. Ein anderes bekanntes Gerät zum Ersetzen des direkten Hörens (EP-A2-01 67 471) sorgt für eine mehrkanalige elektrische Stimulation mit Hilfe von Elektroden, welche die Hand mit Stromimpulsen beaufschlagen. Die Elektroden sind dabei gleichfalls in Fingerringe eingebaut, von denen Anschlußleitungen über ein eine gemeinsame Gegenelektrode bildendes Armband zu einer Signalverarbeitungsvorrichtung führen, die in einem separaten Gehäuse untergebracht ist. Des weiteren ist es bekannt (DE 33 22 108 C2), bei einem Sprechbahnungsgerät einen elektroakustischen Wandler, der akustischen Signalen entsprechende elektrische Signale in mechanische Vibrationen umwandelt, in ein am Handgelenk zu tragendes Armband zu integrieren und über eine Zuleitung an einen entfernt aufgestellten Signalverarbeitungsteil anzuschließen.

Hörgeschädigte und Taube sind in aller Regel bestrebt, ihre Behinderung nicht zu zeigen. Infolgedessen ist die Akzeptanz von Hörhilfen und Hörprothesen um so geringer, je auffälliger die betreffenden Geräte sind. Daneben ist es von Wichtigkeit, daß das Hörgerät den Benutzer in seinen Aktivitäten möglichst wenig beeinträchtigt. Hinsichtlich dieser Anforderungen können die bekannten Geräte nicht befriedigen.

Der Erfindung liegt dementsprechend die Aufgabe zugrunde, ein tragbares und handliches Gerät zu schaffen, das sich durch besondere Unauffälligkeit auszeichnet und dem Benutzer in hohem Maße Freiheit für andere Aktivitäten gibt.

Diese Aufgabe wird bei einem Gerät der eingangs genannten Art erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß die Wandler und eine diesen Wandlern vorgeschaltete Si-

gnalverarbeitungsvorrichtung in einem gemeinsamen tragbaren Gehäuse integriert sind.

Bei dem Gerät nach der Erfindung entfallen jegliche störenden und auffälligen Zuleitungen und Kabel zwischen Gliedern, z. B. den Fingern und/oder den Handgelenken, des Benutzers und einem von den Reizgebern getrennt untergebrachten Signalverarbeitungsteil. Sämtliche funktionswichtigen Teile sind in einem gemeinsamen Gehäuse zu einer Einheit zusammengefaßt, die so klein wie möglich ausgebildet wird. Das Gerät läßt sich durch einfaches Handauflegen nutzen, wobei die Wandler als solche praktisch unsichtbar sind. Nimmt der Benutzer die Hand weg, ist er sofort wieder völlig frei von jeder Behinderung durch das Gerät. Damit ist eine hohe psychologische und kosmetische Akzeptanz speziell auch bei Kindern gewährleistet.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung sind die Wandler paarweise in einer zur Anlage an den Fingergliedern (z. B. bei Kindern) oder an den Fingerspitzen geeigneten Gruppierung, vorzugsweise in Angleichung an die Lage der Finger einer Hand, derart strahlenförmig verteilt angeordnet, daß jeweils ein Wandlerpaar mit jeweils einem Finger in Eingriff kommt. Zur Anpassung an die individuellen Bedürfnisse, insbesondere die Fingerlänge, kann dabei zweckmäßig mindestens ein Teil der Wandlerpaare entlang der Verbindungsachse der jeweiligen Wandler verschiebbar und/oder bei mindestens einem Teil der Wandlerpaare der gegenseitige Wandlerabstand in Strahlrichtung einstellbar sein.

In das gemeinsame Gehäuse können vorteilhaft auch ein Mikrophon und eine Stromquelle, letztere zweckmäßig in Form eines wiederaufladbaren Akkumulators, integriert sein.

Als besonders wirkungsvoll bei gleichwohl begrenztem Aufwand erwies sich eine achtkanalige Signalverarbeitung und vibrotaktile Reizung mit vorzugsweise unterschiedlichen Reizfrequenzen.

Weitere Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung sind nachstehend anhand der beiliegenden Zeichnungen näher erläutert. Es zeigt

Fig. 1 eine Draufsicht auf die Gehäuseoberseite eines erfindungsgemäßen Gerätes mit verschiebbar angeordneten Wandlerpaaren,

Fig. 2 eine Draufsicht auf eine abgewandelte Ausführungsform des Gerätes,

Fig. 3 eine Draufsicht auf ein weiter abgewandeltes Gerät, bei dem die Wandler der einzelnen Wandlerpaare gegeneinander verstellbar sind,

Fig. 4 ein Prinzipschaltbild der Signalverarbeitungsvorrichtung eines Gerätes nach den Fig. 1 bis 3,

Fig. 5 die Durchlaßcharakteristik der Filterbank der Signalverarbeitungsvorrichtung,

Fig. 6 ein Teilschaltbild einer Inhibitionsmatrix der Signalverarbeitungsvorrichtung und

Fig. 7 in stark vergrößertem Maßstab eine bevorzugte Ausführungsform eines als Reizgeber vorgesehenen Wandlers.

Das in Fig. 1 veranschaulichte taktile Hörgerät weist ein kleines tragbares Gehäuse 10 auf, in dem eine Signalverarbeitungsvorrichtung 11 (Fig. 4) untergebracht ist. Die später näher erläuterte Signalverarbeitungsvorrichtung 11 zerlegt ein elektrisches Audiosignal, das von einem Mikrophon oder einer anderen Audiosignalquelle kommt, in im vorliegenden Ausführungsbeispiel acht Frequenzbänder. Die dadurch erhaltenen Teilsignale werden nach einer Hüllkurvenmodulation einem

Reizfrequenzträgersignal aufmoduliert. Mit den modulierten Reizfrequenzträgersignalen werden acht elektromechanische Wandler 12 bis 19 angesteuert, um die betreffenden elektrischen Signale in vibrotaktile Reizsignale umzuwandeln. Die Wandler oder Reizgeber 12 bis 19 sind gleichfalls in das Gehäuse 10 integriert. Neben der Gruppe der Wandler 12 bis 19 befindet sich auf der einen, in Fig. 1 rechten Seite der Oberseite 20 des Gehäuses 10 ein Bedienfeld 21. Das Bedienfeld 21 beinhaltet ein internes (in das Gehäuse 10 eingebautes) Mikrophon 22, einen Eingangswahlschalter 23, einen Batterietest-Taster 24 mit zugeordneter Leuchtdiodenkette 25, einen Steller 26 zur Manipulation der Reizstärke aller acht Kanäle zusammen sowie einen Ein/Ausschalter 27, der zugleich die Wahl der Schwelle des Regeleinsatzes eines Mikrophonvorverstärkers 28 (Fig. 4), d. h. eine Empfindlichkeitseinstellung, erlaubt. Mittels des Eingangswahlschalters 23 kann von dem internen Mikrophon 22 wahlweise auf ein über eine Buchse 29 anschließbares externes Mikrophon oder einen von einer Buchse 30 gebildeten Audioeingang umgeschaltet werden, an den beispielsweise von einem Rundfunk- oder Fernsehgerät kommende Audiosignale anlegbar sind. Das Gerät ist batteriebetrieben. Für diesen Zweck sind in dem Gehäuse 10 vorzugsweise wiederaufladbare Akkumulatoren untergebracht, die zum Wiederaufladen über eine Buchse 31 an ein zweckentsprechendes Netzgerät angeschlossen werden können.

Die als Reizgeber dienenden Wandler 12 bis 19 weisen jeweils einen schwingenden Stößel 32 auf, der senkrecht zu der Gehäuseoberseite 20 durch eine Blendenöffnung 33 der betreffenden Gehäusewand aus dem Gehäuse 10 vorsteht. Dabei sind immer zwei der Wandler 12 bis 19 paarweise angeordnet. Die vier dadurch erhaltenen Wandlerpaare 12, 13; 14, 15; 16, 17 und 18, 19 sind dabei in Angleichung an die Lage der Finger einer Hand auf der Gehäuseoberseite 20 derart strahlenförmig verteilt angeordnet, daß beim Auflegen der einen Hand des Benutzers die Stößel 32 der Wandler 12 bis 19 je zwei Hauptpunkte der Fingerspitzen auf der Innenseite des kleinen Fingers, Ringfingers, Mittelfingers bzw. Zeigefingers berühren. Entsprechend der gezeigten bevorzugten Ausführungsform sind die Wandler 12 bis 19 zur Anlage an den Fingern der linken Hand gruppiert, damit der Benutzer die rechte Hand für andere Tätigkeit frei hat. Die vorstehenden Enden der Stößel 32 der Wandlerpaare 12, 13; 14, 15; 16, 17 und 18, 19 befinden sich jeweils in einer leicht vertieften Griffmulde 34, 35, 36 bzw. 37 an der Gehäuseoberseite 20. Die Stößel 32 der Wandler ragen aus den Blendenöffnungen 33 nur so weit in die Griffmulden 34 bis 37, daß sie beim Auflegen der Fingerkuppen auf die Griffmulden die Hautoberfläche eben berühren.

Die Stößel 32 haben einen Durchmesser von 1 bis 4 mm, vorzugsweise etwa 2 mm. Der Durchmesser der Blendenöffnungen 33 ist dem Stößeldurchmesser derart angepaßt, daß zwischen der Umfangsfläche des Stößels 32 und dem Rand der zugehörigen Blendenöffnung 33 ein Spalt 38 von 0,5 bis 2 mm Breite, vorzugsweise etwa 1 mm Breite, vorhanden ist. Durch die derart bemessene Spalte wird die Ausbreitung von unerwünschten Oberflächenwellen verhindert. Die Wandler jedes Wandlerpaares 12, 13; 14, 15; 16, 17 und 18, 19 haben in Richtung der Lage der Finger entsprechenden Strahlen 39, 40, 41 bzw. 42 einen gegenseitigen Mittenabstand  $A$  von 2 bis 20 mm und vorzugsweise von 5 bis 15 mm. Als besonders geeignet erwies sich ein Mittenabstand  $A$  von etwa 12 mm. Die beiden Wandler eines

Wandlerpaares sind bei der in Fig. 1 veranschaulichten Ausführungsform über einen Schlitten 43, 44, 45 bzw. 46 fest miteinander verbunden, und die Längsabmessung  $B$  der Griffmulden 34 bis 37 ist so bemessen, daß die Schlitten 43 bis 46 in Richtung der Strahlen 39 bis 42, d. h. entlang der Verbindungsachse der Wandlerpaare, innerhalb eines Verstellbereichs von  $\pm 25$  mm, vorzugsweise etwa  $\pm 9$  mm, verschoben werden können. Dies erlaubt es, auf einfache Weise unterschiedliche Fingerlängen zu berücksichtigen.

Wie weiter unten näher erläutert ist, steigen die Mittenfrequenzen der Frequenzbänder, in welche das Mikrophonausgangssignal bei der Analyse zerlegt wird, an, und den von niedrigen zu höheren Frequenzen ansteigenden Frequenzbändern sind entsprechend von niedrigen zu höheren Frequenzen ansteigende Reizfrequenzen zugeordnet. Dabei ist die Kanal-Reizort-Zuordnung so getroffen, daß die Frequenzen der Frequenzbänder und die zugehörigen Reizfrequenzen von der einen zur anderen Handseite ansteigen. Bei dem in Fig. 1 veranschaulichten Fall der vibrotaktile Reizung der Finger der linken Hand liegen die elektromechanischen Wandler 12, 13 am Ausgang der Kanäle 1 und 2 mit den tiefsten Analyse- und Reizfrequenzen. Die Wandler 14, 15 sind an die Kanäle 3 und 4, die Wandler 16 und 17 an die Kanäle 5 und 6 sowie die Wandler 18 und 19 an die Kanäle 7 und 8 mit den höchsten Analyse- und Reizfrequenzen angeschlossen. Entsprechend stimulieren die Kanäle 1 und 2 mit den tiefsten Analyse- und Reizfrequenzen die Spitze des kleinen Fingers, die Kanäle 3 und 4 die des Ringfingers, die Kanäle 5 und 6 die des Mittelfingers sowie die Kanäle 7 und 8 mit den höchsten Analyse- und Reizfrequenzen die Spitze des Zeigefingers. Bei dem veranschaulichten Ausführungsbeispiel ist innerhalb jedes Wandlerpaares der bezüglich der Finger vorne liegende Wandler 12, 14, 16, 18 dem Kanal mit der jeweils tieferen Analyse- und Reizfrequenz zugeordnet, während der hintere Wandler 13, 15, 17, 19 dem Kanal mit der jeweils tieferen Analyse- und Reizfrequenz zugeordnet ist. Diese Zuordnung kann gegebenenfalls jedoch auch umgekehrt werden.

Die in Fig. 2 veranschaulichte abgewandelte Ausführungsform des taktilen Hörgerätes unterscheidet sich von derjenigen nach Fig. 1 im wesentlichen nur dadurch, daß ein Gehäuse 10' vorgesehen ist, das so groß bemessen ist, daß der Benutzer die ganze Hand auf die Gehäuseoberseite 20 auflegen kann.

Die weiter abgewandelte Ausführungsform des mehrkanaligen taktilen Hörgerätes gemäß Fig. 3 ist insbesondere für Kinder geeignet. Gegenüber den zuvor erläuterten Ausführungsformen für Erwachsenenhände sind dabei die Wandler 12 bis 19 jedes Wandlerpaares nicht mechanisch fest durch einen Schlitten verbunden; vielmehr können die Wandler entlang den dargestellten Achsen oder Strahlen 39, 40, 41 und 42 unabhängig voneinander verschoben werden, um eine Anpassung an unterschiedliche Fingerlängen zu erlauben. Die Stößel 32 der Wandler 12 bis 19 regen im Gegensatz zu den zuvor erläuterten Ausführungsformen nicht je zwei Hauptpunkte einer Fingerspitze an, sondern aus Abmessungsgründen jeweils Hauptpunkte des äußeren und des mittleren Gliedes der Finger. Entsprechend ist die Länge  $B$  der Griffmulden 34, 35, 36 und 37 so bemessen, daß die Wandler jedes Wandlerpaares ausgehend von einem gegenseitigen Mittenabstand  $A$  von beispielsweise 20 mm um beispielsweise  $\pm 9$  mm entlang den Strahlen 39 bis 42 nach vorne bzw. nach hinten verlagert werden können.

Die in dem Gehäuse 10 bzw. 10' untergebrachte Signalverarbeitungsvorrichtung 11 weist gemäß Fig. 4 den Mikrophonvorverstärker 28 auf, der sowohl für eine automatische Verstärkungsregelung als auch für eine Höhenanhebung zur Kompensation des Höhenabfalls im Langzeitspektrum der Sprache sorgt. Für die Höhenanhebung kann eine einem Regelverstärkerteil vorgeschaltete Vorstufe vorgesehen sein, die eine Entzerrung erster Ordnung bewirkt und eine Grenzfrequenz von 500 Hz hat. Der Ein/Aus-Schalter 27 erlaubt es, den Regeleinsatz des Mikrophonverstärkers 28 und damit die Empfindlichkeit des Gerätes in beispielsweise drei Stufen zu wählen. Das Ausgangssignal des Mikrophonvorverstärkers 28 wird mehrkanalig, im vorliegenden Ausführungsbeispiel 8-kanalig, im Bereich von 100 bis 7000 Hz, vorzugsweise im Sprachfrequenzbereich von 150 bis 6230 Hz, verarbeitet, um die wesentliche spektrale Information des Sprachsignals zu übertragen. Jeder der mit seinem Eingang an den Ausgang des Mikrophonvorverstärkers 28 angeschlossenen Kanäle 1 bis 8 weist eines von acht Bandfiltern 51 bis 58 auf. Die Filterbank 51 bis 58 hat Tschebyscheff-Charakteristik, und sie zerlegt das Ausgangssignal des Mikrophonvorverstärkers 28 spektral in folgende Frequenzbänder:

Filter	$f_u$ (Hz)	$f_o$ (Hz)	$f_m$ (Hz)
51	150	320	220
52	320	540	415
53	540	820	665
54	820	1230	1000
55	1230	1845	1500
56	1845	2770	2260
57	2770	4150	3390
58	4150	6225	5080

Dabei sind mit  $f_u$  die untere Frequenz, mit  $f_o$  die obere Frequenz und mit  $f_m$  die Mittenfrequenz des jeweiligen Frequenzbandes bezeichnet. Die Durchlaßcharakteristik der Filterbank 51 bis 58 ist in Fig. 5 als Abhängigkeit der Größe des Ausgangssignals des betreffenden Bandfilters (in dB) von der Eingangsfrequenz dargestellt. Die an den Ausgängen der Bandfilter 51 bis 58 auftretenden Teilsignale werden jeweils einer Demodulatorstufe 61 bis 68 zugeführt. Jede der Demodulatorstufen 61 bis 68 besteht aus einem Doppelweggleichrichter 71 bis 78 und einem nachgeschalteten Tiefpaß 81 bis 88. Bei den Tiefpässen 81 bis 88 handelt es sich vorzugsweise jeweils um einen Tiefpaß erster Ordnung mit einer Grenzfrequenz von 16 Hz im Kanal 1, einer Grenzfrequenz von 24 Hz im Kanal 2 und einer Grenzfrequenz von 35 Hz in den Kanälen 3 bis 8. Die Demodulatorstufen 61 bis 68 bewirken eine Hüllkurvendemodulation der Filterausgangssignale. Die Amplituden der so gewonnenen zeitlich veränderlichen Gleichspannungen repräsentieren die Energieinhalte der einzelnen Spektralbereiche des Sprachsignals. In einer der Tiefpässen 81 bis 88 nachgeschalteten Inhibitionsmatrix 89 werden die Hüllkurvensignale so vermascht, daß durch Differenzbildung der Signale von jeweils spektral benachbarten Kanälen nur die Intensitätsmaxima extrahiert werden, während nichtrelevante Informationen geringerer Stärke unterdrückt werden. Der den Kanälen 3, 4 und 5 zugeordnete Teil der Inhibitionsmatrix 89 ist im einzelnen in Fig. 6 dargestellt. Die den übrigen Kanälen zugeordneten Teile der Inhibitionsmatrix sind in entspre-

chender Weise aufgebaut. Die Ausgangssignale  $E_3$ ,  $E_4$  und  $E_5$  der Tiefpässe 83, 84 und 85 werden jeweils von einem Operationsverstärker 90, 91 bzw. 92 der Inhibitionsmatrix 89 invertiert und gelangen über einen Widerstand 94, 95 bzw. 96 auf einen als Umkehraddierer beschalteten Operationsverstärker 97, 98 bzw. 99. Auf den Eingang dieses Umkehraddierers werden zusätzlich die nichtinvertierten Hüllkurvensignale der spektral direkt benachbarten Kanäle über Gewichtungswiderstände  $R_{ij}$  geführt. Im veranschaulichten Beispiel gelangen die Signale  $E_3$  und  $E_5$  über die Widerstände  $R_{3/4}$  bzw.  $R_{5/4}$  auf den Umkehraddierer 98 des Kanals 4. Auf diese Weise wird quantitativ die Differenz

$$G_4 * E_4 \div (G_{3/4} * E_3 + G_{5/4} * E_5)$$

gebildet. Diese Differenzbildung der Hüllkurven direkt benachbarter Kanäle bewirkt, daß bei einer wählbaren Pegeldifferenz zwischen zwei bzw. drei spektral benachbarten Kanälen die schwächeren Kanäle entsprechend einem geringeren Energieinhalt der Bandfilter gegenüber einem starken Signal abgeschwächt bzw. unterdrückt werden. An den Ausgängen der Inhibitionsmatrix ( $A_3$ ,  $A_4$  und  $A_5$  für die Kanäle 3, 4 und 5 in Fig. 6) treten daher im wesentlichen nur noch die Hüllkurvensignale der spektralen Maxima (Formanten) des Sprachsignals auf, die wesentliche Informationen erhalten. Schwächere Signale, z. B. nichtinteressante Hintergrundgeräusche, werden unterdrückt. Die Inhibitionsmatrix 89 sorgt damit für eine wählbare Steigerung der spektralen Selektion der Filterbank 51 bis 58, durch welche die Klassifizierung der spektralen Merkmale des Sprachsignals (Formanten und Frikative) ermöglicht bzw. verbessert wird.

Die Ausgangssignale der Inhibitionsmatrix 89 gelangen auf eine Reihe von acht Amplitudenmodulatoren 101 bis 108 mit zugeordnetem Reizfrequenzoszillator 111 bis 118. Die Reizfrequenzoszillatoren 111 bis 118 erzeugen unterschiedliche Reizfrequenzen, wobei die Frequenzunterschiede so gewählt sind, daß sie von den Sinneszellen des Tastsinns unterschieden werden können bzw. eine unterschiedliche Empfindungsqualität hervorrufen. Vorzugsweise sind die Reizfrequenzen in Stufen von etwa 20% gestaffelt. Sie liegen zweckmäßig im Bereich von 50 bis 500 Hz und vorzugsweise im Bereich von 90 bis 400 Hz. Wie aus Fig. 4 hervorgeht, sind den von niedrigen zu höheren Frequenzen ansteigenden Frequenzbändern von niedrigen zu höheren Frequenzen ansteigende Reizfrequenzen in sinngemäßer, natürlicher Weise zugeordnet, d. h. tiefe Spektralanteile des Sprachsignals sind der Empfindungsqualität "tiefe Reizfrequenz" bzw. hohe Spektralanteile der Empfindungsqualität "hohe Reizfrequenz" zugeordnet. Bei der veranschaulichten Ausführungsform beträgt die Reizfrequenz im Kanal 1 90 Hz, im Kanal 2 110 Hz, im Kanal 3 140 Hz, im Kanal 4 170 Hz, im Kanal 5 210 Hz, im Kanal 6 260 Hz, im Kanal 7 320 Hz und im Kanal 8 400 Hz. Reizfrequenzen in diesem Bereich können von den Sinnesrezeptoren des Tastsinns gut aufgenommen und verarbeitet werden. Die Reizsignale sind vorzugsweise sinusförmig. Bei den Reizfrequenzoszillatoren 111 bis 118 kann es sich um amplitudengeregelte Wien-Robinson-Generatoren handeln, die von Amplitudenmodulatoren 101 bis 108 in Form von spannungsgesteuerten Verstärkern angesteuert werden. Die Modulatoren 101 bis 108 steuern auf diese Weise die Intensität (Stärke) der Ausgangssignale der Oszillatoren 111 bis 118. Die so in der Amplitude veränderlichen und bezüglich ihrer Fre-

quenz konstanten Signale werden in Endstufen, beispielsweise Gegentakt-B-Endstufen 121 bis 128 verstärkt. Die Endstufen 121 bis 128 treiben die elektromechanischen Wandler (Reizgeber) 12 bis 19, die, wie geschildert, an acht verschiedenen Hautorten der Körperoberfläche, vorzugsweise der Handregion, appliziert werden. Zur Einstellung der Fühlschwellen für die einzelnen Wandler 12 bis 19 ist jeder der Endstufen (Verstärker) 121 bis 128 jeweils ein Regler 131 bis 138 vorgeschaltet.

Die die zeitliche Auflösung des Analyseteils bestimmenden Zeitkonstanten der Hüllkurvendemodulation (Demodulatorstufen 61 bis 68) liegen im Bereich von 5 bis 30 ms und vorzugsweise im Bereich von 10 bis 20 ms. Sie sind damit dem zeitlichen Auflösungsvermögen des Tastsinnes bei mechanischer Reizung der Hautoberfläche angepaßt und so kurz, daß wichtige, kurzdauernde Sprachsignalanteile wie Plosive und Frikative gut übertragen werden können.

Das Ausgangssignal der Endstufen 121 bis 128 geht an jeweils einen der Wandler 12 bis 19, von denen einer, z. B. der Wandler 12, in Fig. 7 in vergrößertem Maßstab dargestellt ist. Der auf dem elektromagnetischen Prinzip beruhende Wandler weist ein zylindrisches Wandlergehäuse mit einem Gehäuseunterteil 140 und einem damit über ein Feingewinde 141 verbundenen Gehäuseoberteil 142 auf. Gehäuseunterteil und Gehäuseoberteil können zweckmäßig aus Messing gefertigt sein. In das Gehäuseunterteil 140 ist ein aus isolierendem Werkstoff, beispielsweise Teflon (eingetragenes Warenzeichen) bestehender zylindrischer Wickelkörper 143 eingesetzt. Der Wickelkörper sitzt auf dem Boden 144 des Gehäuseunterteils 140 auf und trägt eine mit dem Ausgangssignal einer der Endstufen 12 bis 128 beaufschlagte Wicklung 145, deren Drahtenden durch miteinander fluchtende Drahtdurchführungen 146 und 147 des Wickelkörpers 143 bzw. des Gehäuseunterteils 140 aus dem Wandlergehäuse herausgeführt sind (nicht dargestellt). Der Wickelkörper 143 bildet einen zentralen Führungskanal 148 für einen in die Wicklung 145 eintauchenden Permanentmagnetanker 149, der vorzugsweise aus Samarium-Kobalt ( $\text{SmCo}_5$ ) besteht. Der Permanentmagnetanker 149 ist mit seinem in Fig. 7 oberen Stirnende mit einer elastischen Membran 150 verbunden, vorzugsweise verklebt, und er kann sich in Achsrichtung des Führungskanals 148 unter dem Einfluß des von der Wicklung 145 erzeugten magnetischen Wechselfeldes bewegen. Zwischen der von der Membran 150 abliegenden Stirnseite des Permanentmagnetankers 149 und dem Boden 144 des Gehäuseunterteils 140 bildet der Führungskanal 148 eine Luftkammer 151. Diese steht mit der Außenseite des Wicklungsgehäuses über eine Ausgleichsbohrung 152 im Boden 144 des Gehäuseunterteils 140 in Verbindung.

Die vorzugsweise aus säurefestem Gummi bestehende und etwa 0,2 mm starke Membran 150 ist im Bereich ihres Außenrandes zwischen zwei Stützringen, zweckmäßig Stahlringen, 153 und 154 unter mechanischer Vorspannung eingespannt. Dabei kann die Membran 150 um etwa 30% radial gedehnt und dann mit den beiden Stützringen 153, 154 verklebt werden. Der beispielsweise aus Kunststoff oder Aluminium bestehende Stößel 32 ist mit der Membran 150 auf der von dem Magnetanker 149 abgewendeten Seite fest verbunden, zweckmäßig verklebt. Der Stößel 32 ist mit dem Permanentmagnetanker 149 genau zentrisch ausgerichtet. Er ragt durch eine in das Gehäuseoberteil 142 eingesetzte Führungsbuchse 155 hindurch, die vorteilhaft aus einem

Kunststoff mit guten Gleiteigenschaften wie Teflon® besteht. Die Führungsbuchse 155 ist zu dem Führungskanal 148 des Wickelkörpers 143 zentrisch ausgerichtet und mit dem Gehäuseoberteil 142 zweckmäßig durch eine Preßpassung verbunden.

Der Außendurchmesser der Stützringe 153, 154 und des Wickelkörpers 143 sowie der Innendurchmesser des Gehäuseoberteils 142 und des Gehäuseunterteils 140 sind so toleriert, daß die Teile mit geringstmöglichem Spiel ineinandergeschoben werden können. Die Innenbohrung der Führungsbuchse 155 und des Wickelkörpers 143 sind gerieben, um eine minimale Reibung zwischen dem Permanentmagnetanker 149 und dem Führungskanal 148 des Wickelkörpers 143 bzw. der Innenwand der Führungsbuchse 155 zu erreichen. Bei der Montage werden durch Verschrauben des Gehäuseoberteils 142 mit dem Gehäuseunterteil 140 die die Membran 150 haltenden Stützringe 153, 154 fest auf einen in Fig. 7 nach oben vorspringenden Rand 156 des Wickelkörpers 143 gedrückt.

Die Resonanzfrequenz des elektromechanischen Wandlers wird im wesentlichen bestimmt durch die Masse des Magnetankers 149 und des Stößels 32 sowie durch die Steifigkeit der Membran 150 und des Luftvolumens in der Luftkammer 151. Die Resonanzfrequenz kann in gewissen Grenzen durch die Steifigkeit des Luftvolumens in der Luftkammer 151, durch die Größe der Ausgleichsbohrung 152 und durch die Masse des Stößels 32 eingestellt werden. Vorteilhaft ist die Resonanzfrequenz so gelegt, daß sie etwa in der Mitte des Reizfrequenzbereiches liegt. Bei dem vorliegend vorgesehenen Reizfrequenzbereich von 90 Hz bis 400 Hz kann die Wandlerresonanzfrequenz zweckmäßig auf etwa 250 Hz eingestellt sein. Die Resonanzgüte wird im wesentlichen durch die innere Dämpfung der Membran 150 bestimmt und ist so gewählt, daß einerseits ein möglichst hoher Wirkungsgrad in dem Reizfrequenzbereich erreicht wird und andererseits die Einschwingzeit des Wandlers nicht zu groß wird, um eine Übertragung kurzdauernder Sprachanteile im Bereich von etwa 10 ms zu gewährleisten. Die maximale (statische) Auslenkung des Magnetankers 149 kann nach oben etwa 1,0 mm und nach unten etwa 1,5 mm betragen. Das Wandlergehäuse kann bei der dargestellten Ausführungsform einen Durchmesser von etwa 11 mm und eine Länge von etwa 20 mm haben.

#### Patentansprüche

1. Gerät für die mehrkanalige Übertragung von Informationen, insbesondere Sprachinformationen, über den Tastsinn, mit einer Mehrzahl von elektromechanischen Wandlern zum Umwandeln von elektrischen Signalen in zur Einwirkung auf verschiedene Hautorte der Körperoberfläche bestimmte vibrotaktile Reizsignale, dadurch gekennzeichnet, daß die Wandler (12 bis 19) und eine diesen Wandlern vorgeschaltete Signalverarbeitungsvorrichtung (11) in einem gemeinsamen tragbaren Gehäuse (10, 10') integriert sind.
2. Gerät nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Wandler (12 bis 19) paarweise angeordnet sind.
3. Gerät nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Wandler (12 bis 19) in einer zur Anlage an den Fingergliedern geeigneten Gruppierung angeordnet sind.
4. Gerät nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet,

zeichnet, daß die Wandler (12 bis 19) in einer zur Anlage an den Fingerspitzen geeigneten Gruppierung angeordnet sind.

5. Gerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß jeder der Wandler (12 bis 19) einen schwingenden Stößel (32) aufweist, der senkrecht zu der Gehäuseoberseite (20) durch eine Blendenöffnung (33) der betreffenden Gehäusewand aus dem Gehäuse (10, 10') vorsteht.

6. Gerät nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Stößel (32) einen Durchmesser von 1 bis 4 mm, vorzugsweise etwa 2 mm, haben.

7. Gerät nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Durchmesser der Blendenöffnungen (33) an den Stößeldurchmesser derart angepaßt ist, daß zwischen der Umfangsfläche des Stößels (32) und dem Rand der zugehörigen Blendenöffnung (33) ein Spalt (38) von 0,5 bis 2 mm Breite, vorzugsweise etwa 1 mm Breite, vorhanden ist.

8. Gerät nach einem der Ansprüche 2 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Wandlerpaare (12, 13; 14, 15; 16, 17; 18, 19) in Angleichung an die Lage der Finger einer Hand, vorzugsweise der linken Hand, derart strahlenförmig verteilt angeordnet sind, daß jeweils ein Wandlerpaar mit jeweils einem Finger in Eingriff kommt.

9. Gerät nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens ein Teil der Wandlerpaare (12, 13; 14, 15; 16, 17; 18, 19) entlang der Verbindungsachse (39, 40, 41, 42) der jeweiligen Wandler verschiebbar angeordnet ist.

10. Gerät nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, daß bei mindestens einem Teil der Wandlerpaare (12, 13; 14, 15; 16, 17; 18, 19) der gegenseitige Wandlerabstand in Strahlrichtung einstellbar ist.

11. Gerät nach einem der Ansprüche 4 bis 7 und Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Wandler (12 bis 19) eines Wandlerpaares in Strahlrichtung einen gegenseitigen Mittenabstand (A) von 2 bis 20 mm und vorzugsweise von 5 bis 15 mm haben.

12. Gerät nach einem der Ansprüche 5 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß die vorstehenden Enden der Stößel (32) der Wandlerpaare (12, 13; 14, 15; 16, 17; 18, 19) jeweils in einer vertieften Griffmulde (34, 35, 36, 37) an der Gehäuseoberseite (20) liegen.

13. Gerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Oberseite (20) des Gehäuses (10) für ein Auflegen mindestens der Fingerkuppen bemessen ist.

14. Gerät nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Oberseite (20) des Gehäuses (10') für ein Auflegen der ganzen Hand bemessen ist.

15. Gerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß auf der Gehäuseoberseite (20) zusätzlich Bedienungs- und/oder Anzeigeelemente (23 bis 27) sitzen.

16. Gerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die den elektromechanischen Wandlern (12 bis 19) vorgeschaltete Signalverarbeitungsvorrichtung (11) derart ausgebildet ist, daß sie von einem Mikrophon (22) aufgenommene und in ein elektrisches Signal umgewandelte akustische Signale, insbesondere Sprachsignale, und/oder von einer anderen Audiosignalquelle kommende Signale in Frequenzbänder zer-

legt und die dadurch erhaltenen Teilsignale nach einer Hüllkurvendemodulation einem Reizfrequenzträgersignal aufmoduliert.

17. Gerät nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Signalverarbeitungsvorrichtung (11) für eine Zerlegung in vier bis zehn, vorzugsweise acht, Frequenzbänder ausgelegt ist.

18. Gerät nach Anspruch 16 oder 17, dadurch gekennzeichnet, daß die Frequenzbänder im Bereich von 100 bis 7000 Hz, vorzugsweise von 150 bis 6230 Hz, liegen.

19. Gerät nach einem der Ansprüche 16 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß den elektromechanischen Wandlern (12 bis 19) unterschiedliche Reizfrequenzen zugeordnet sind.

20. Gerät nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß die Frequenzunterschiede der Reizfrequenzen so gewählt sind, daß sie von den Sinneszellen des Tastsinns unterschieden werden können bzw. eine unterschiedliche Empfindungsqualität hervorrufen.

21. Gerät nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, daß die Reizfrequenzen in Stufen von etwa 20% gestaffelt sind.

22. Gerät nach einem der Ansprüche 16 bis 21, dadurch gekennzeichnet, daß die Reizfrequenzen im Bereich von 50 bis 500 Hz, vorzugsweise im Bereich von 90 bis 400 Hz, liegen.

23. Gerät nach einem der Ansprüche 19 bis 22, dadurch gekennzeichnet, daß den von niedrigeren zu höheren Frequenzen ansteigenden Frequenzbändern entsprechend von niedrigeren zu höheren Frequenzen ansteigende Reizfrequenzen zugeordnet sind.

24. Gerät nach Anspruch 23, dadurch gekennzeichnet, daß die einzelnen Kanäle den elektromechanischen Wandlern (12 bis 19) derart zugeordnet sind, daß die Frequenzen der Frequenzbänder und die zugehörigen Reizfrequenzen von der einen zur anderen Handseite ansteigen.

25. Gerät nach einem der Ansprüche 16 bis 24, dadurch gekennzeichnet, daß die Zeitkonstanten der Hüllkurvendemodulation im Bereich von 5 bis 30 ms und vorzugsweise im Bereich von 10 bis 20 ms liegen.

26. Gerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß es, vorzugsweise über wiederaufladbare Akkumulatoren, batteriebetrieben ist.

27. Gerät nach einem der Ansprüche 4 bis 26, dadurch gekennzeichnet, daß die Batterien gleichfalls in dem Gehäuse (10, 10') untergebracht sind.

28. Gerät nach einem der Ansprüche 16 bis 27, dadurch gekennzeichnet, daß die Signalverarbeitungsvorrichtung (11) mit einer der Anzahl der Kanäle entsprechenden Anzahl von Bandfiltern (51 bis 58) versehen ist, die unterschiedliche Mittenfrequenzen aufweisen und das Eingangssignal in eine Mehrzahl von Teilsignalen zerlegen, und daß jedem der Bandfilter ein Hüllkurvendemodulator (61 bis 68) und ein Amplitudenmodulator (101 bis 108) mit Reizfrequenzoszillator (111 bis 118) nachgeschaltet sind.

29. Gerät nach Anspruch 28, dadurch gekennzeichnet, daß jeder der Hüllkurvendemodulatoren (61 bis 68) aus einem Doppelweggleichrichter (71 bis 78) und einem nachgeschalteten Tiefpaß (81 bis 88) besteht.



30. Gerät nach Anspruch 28 oder 29, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen die Amplitudenmodulatoren (101 bis 108) und die Wandler (12 bis 19) jeweils ein Verstärker (121 bis 128) geschaltet ist.

31. Gerät nach Anspruch 30, dadurch gekennzeichnet, daß zur Einstellung der Föhlschwellen für die einzelnen Wandler (12 bis 19) den Verstärkern (121 bis 128) jeweils ein Regler (131 bis 138) vorgeschaltet ist.

32. Gerät nach einem der Ansprüche 28 bis 31, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen die Hüllkurvendemodulatoren (61 bis 68) und die Amplitudenmodulatoren (101 bis 108) eine die Hüllkurvensignale benachbarter Kanäle vermaschende Inhibitionsmatrix (89) zur Unterdrückung der jeweils schwächeren Signale geschaltet ist.

33. Gerät nach einem der Ansprüche 28 bis 32, dadurch gekennzeichnet, daß dem Mikrophon (22) ein Mikrophonvorverstärker (28) mit Höhenanhebung zur Kompensation des Höhenabfalls im Langzeitspektrum der Sprache zugeordnet ist.

34. Gerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Wandler (12 bis 19) jeweils einen an einer Membran (150) befestigten Permanentmagnetanker (149) aufweisen, der sich in einem elektrisch erzeugten magnetischen Wechselfeld bewegt.

35. Gerät nach Anspruch 34, dadurch gekennzeichnet, daß jeder der Wandler (12 bis 19) ein Wandlergehäuse aus einem Gehäuseunterteil (140) und einem damit verbundenen, vorzugsweise verschraubten, Gehäuseoberteil (142) aufweist, in welchem die Membran (150), eine das magnetische Wechselfeld erzeugende Wicklung (145) und der Permanentmagnetanker (149) untergebracht sind.

36. Gerät nach Anspruch 35, dadurch gekennzeichnet, daß die Wicklung (145) auf einen in das Gehäuseunterteil (140) engtolleriert eingeschobenen, auf dem Boden (144) des Gehäuseunterteils aufsitzenden Wickelkörper (143) aufgewickelt ist, der einen zentralen Führungskanal (148) für den Permanentmagnetanker (149) bildet.

37. Gerät nach Anspruch 36, dadurch gekennzeichnet, daß der Führungskanal (148) zwischen dem in die Wicklung (145) hineinragenden Ende des Permanentmagnetankers (149) und dem Boden (144) des Gehäuseunterteils (140) eine Luftkammer (151) bildet, die mit der Außenseite des Wandlergehäuses über eine Ausgleichsbohrung (152) in Verbindung steht.

38. Gerät nach einem der Ansprüche 34 bis 37, dadurch gekennzeichnet, daß die Membran (150) zwischen am Randbereich der Membran angreifenden Stützringen (153, 154) unter mechanischer Vorspannung eingespannt ist.

39. Gerät nach Anspruch 38, dadurch gekennzeichnet, daß die die Membran haltenden Stützringe (153, 154) zwischen dem Gehäuseoberteil (142) und dem Wickelkörper (143) eingepaßt sind und beim Zusammensetzen des Wandlergehäuses von dem Gehäuseoberteil gegen den Wickelkörper (143) angepreßt werden.

40. Gerät nach einem der Ansprüche 34 bis 37, dadurch gekennzeichnet, daß der Stößel (32) mit der Membran (150) auf der von dem Permanentmagnetanker (149) abgewendeten Seite fest verbunden und zentrisch zu dem Permanentmagnetanker ausgerichtet ist.

41. Gerät nach Anspruch 40, dadurch gekennzeichnet, daß der Stößel (32) durch eine in das Gehäuseoberteil (142) eingesetzte, zu dem Führungskanal (148) des Wickelkörpers (143) zentrisch ausgerichtete Führungsbuchse (155) hindurchragt.

42. Gerät nach einem der Ansprüche 34 bis 41, dadurch gekennzeichnet, daß der Permanentmagnetanker (149) aus Samarium-Kobalt besteht.

43. Gerät nach einem der Ansprüche 34 bis 42, dadurch gekennzeichnet, daß die Membran (150) eine säurefeste Gummimembran ist.

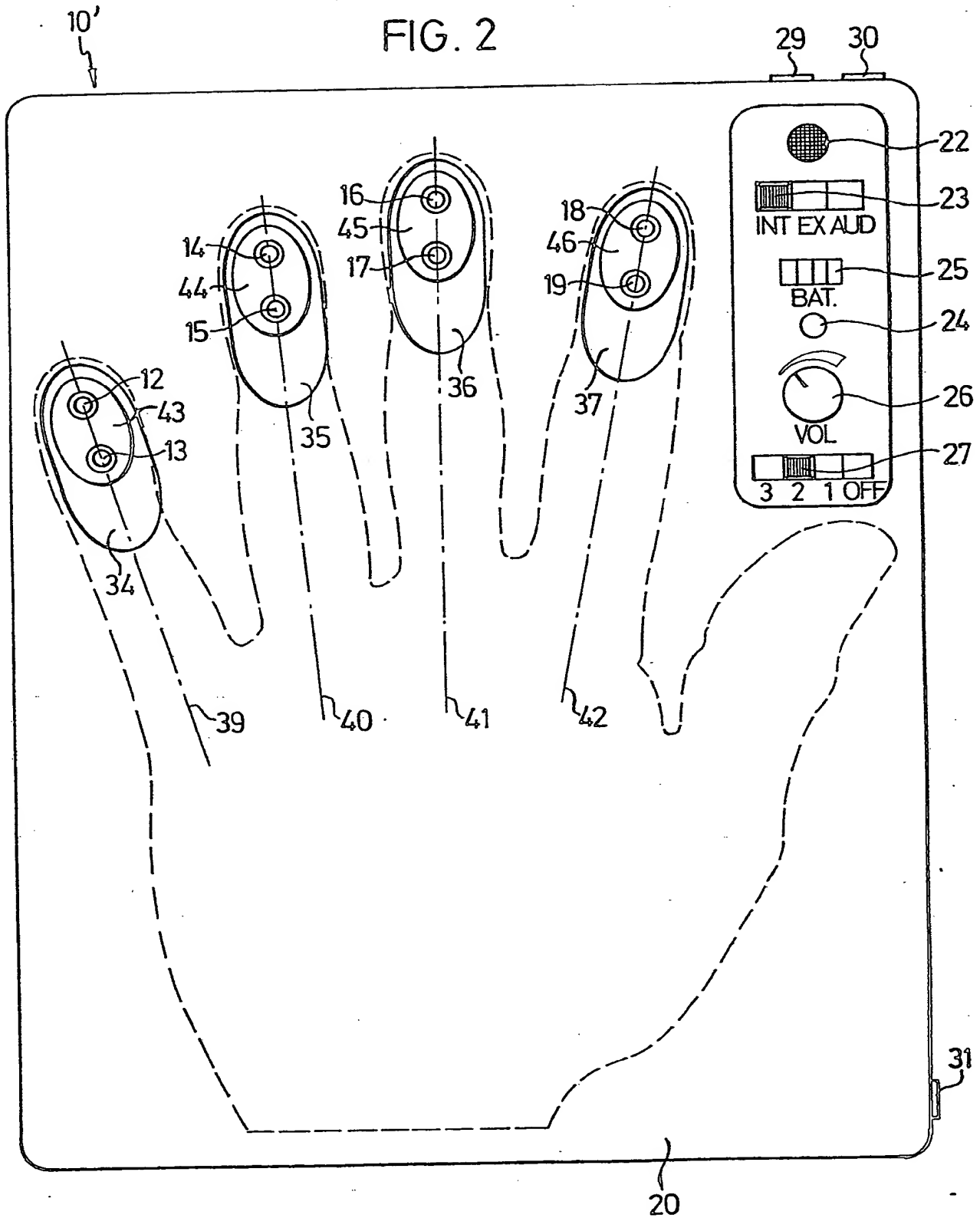
---

Hierzu 5 Blatt Zeichnungen

---

- Leerseite -





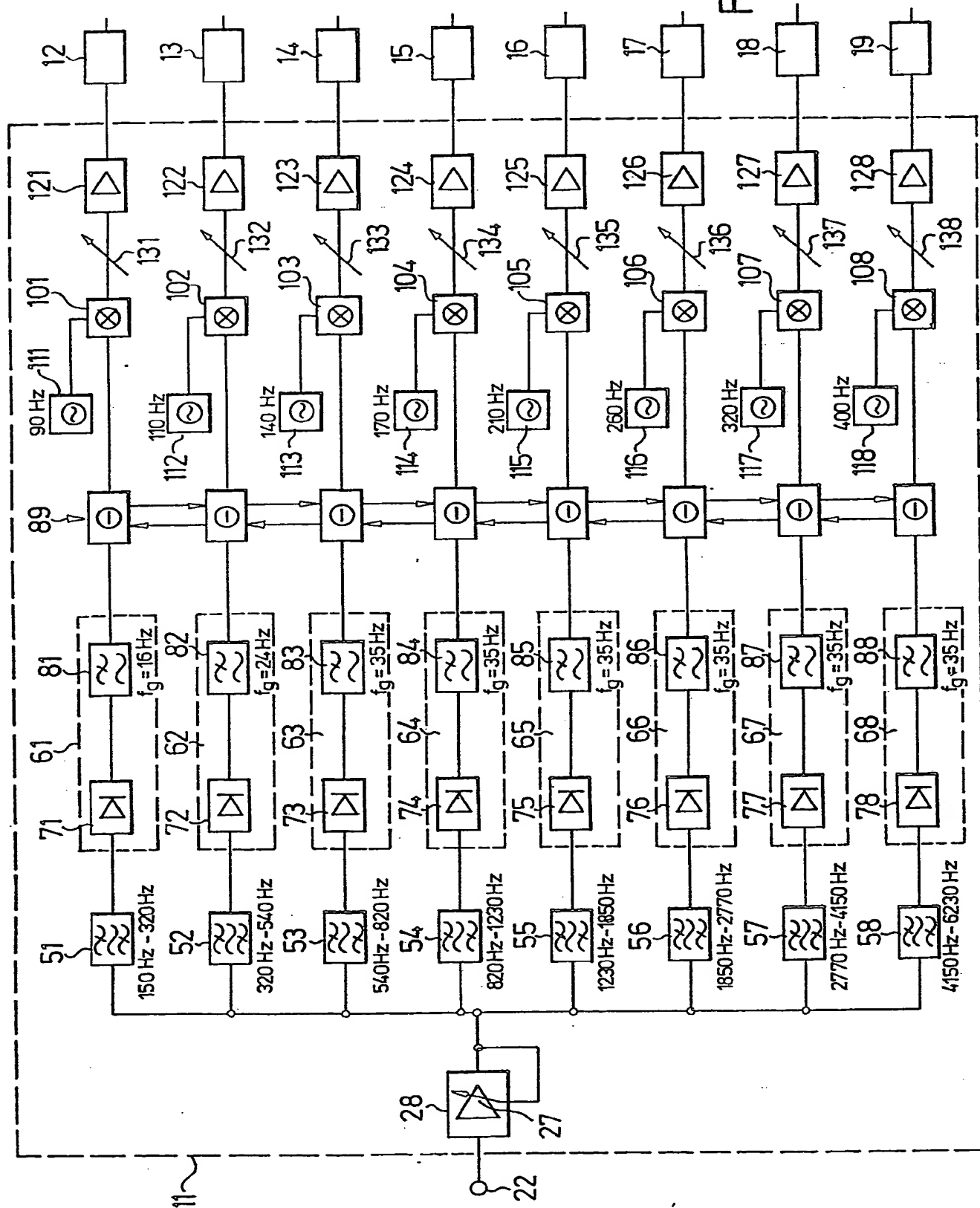


FIG. 5

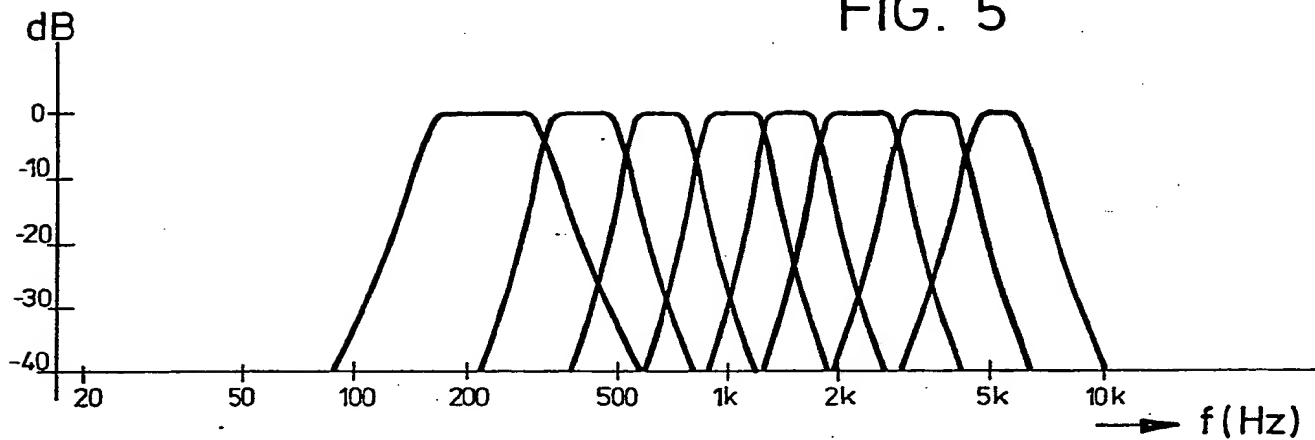
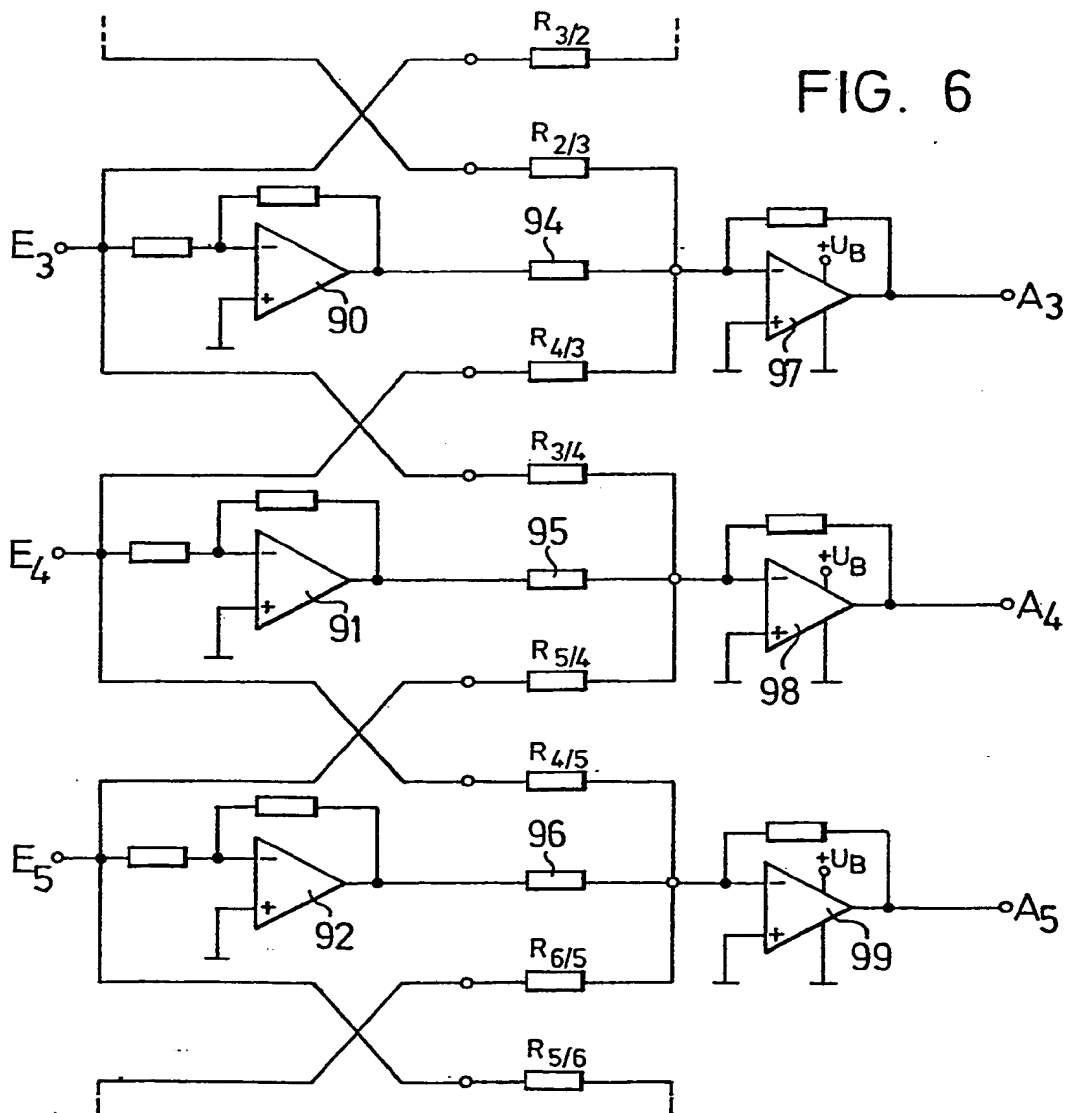


FIG. 6



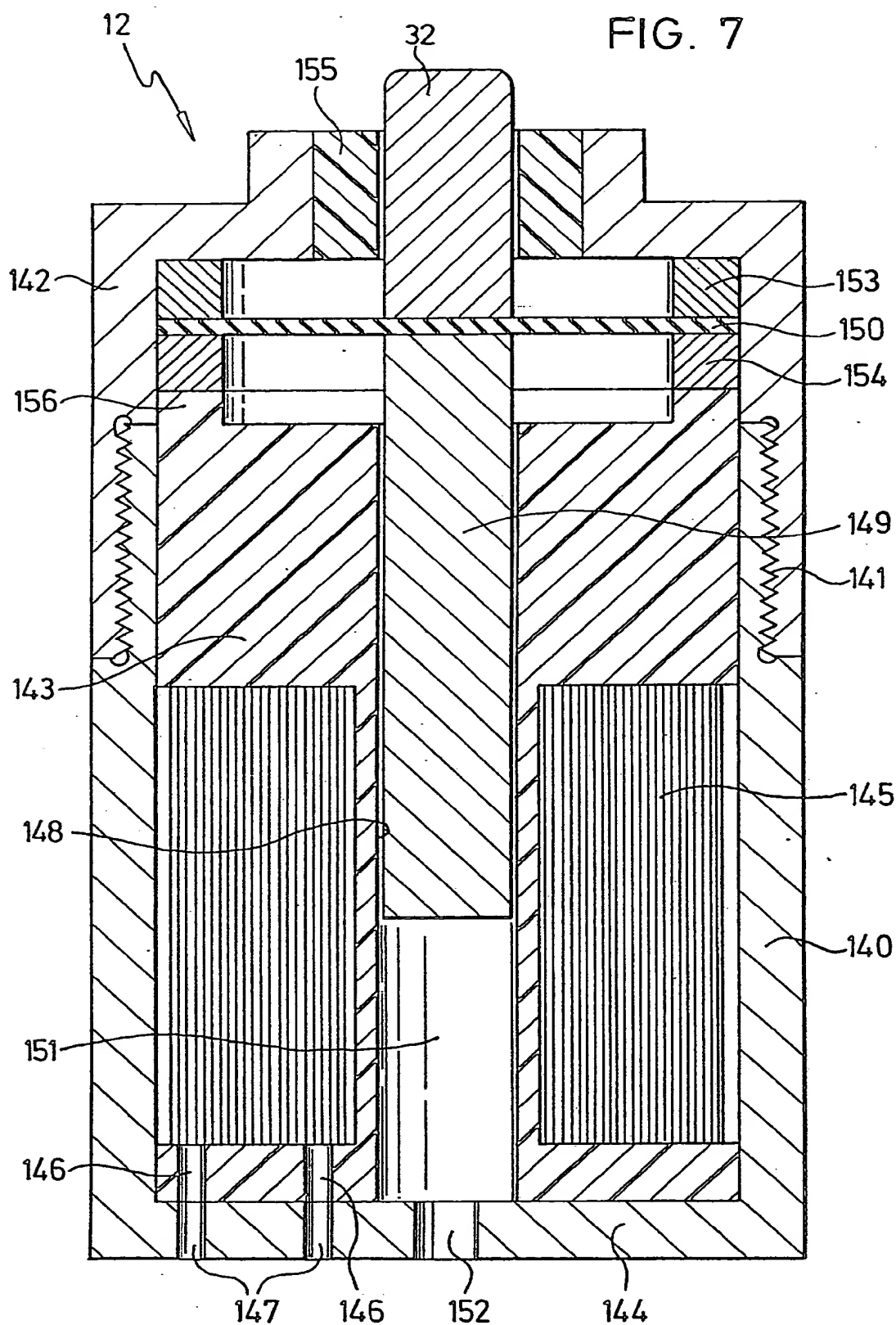


FIG. 1

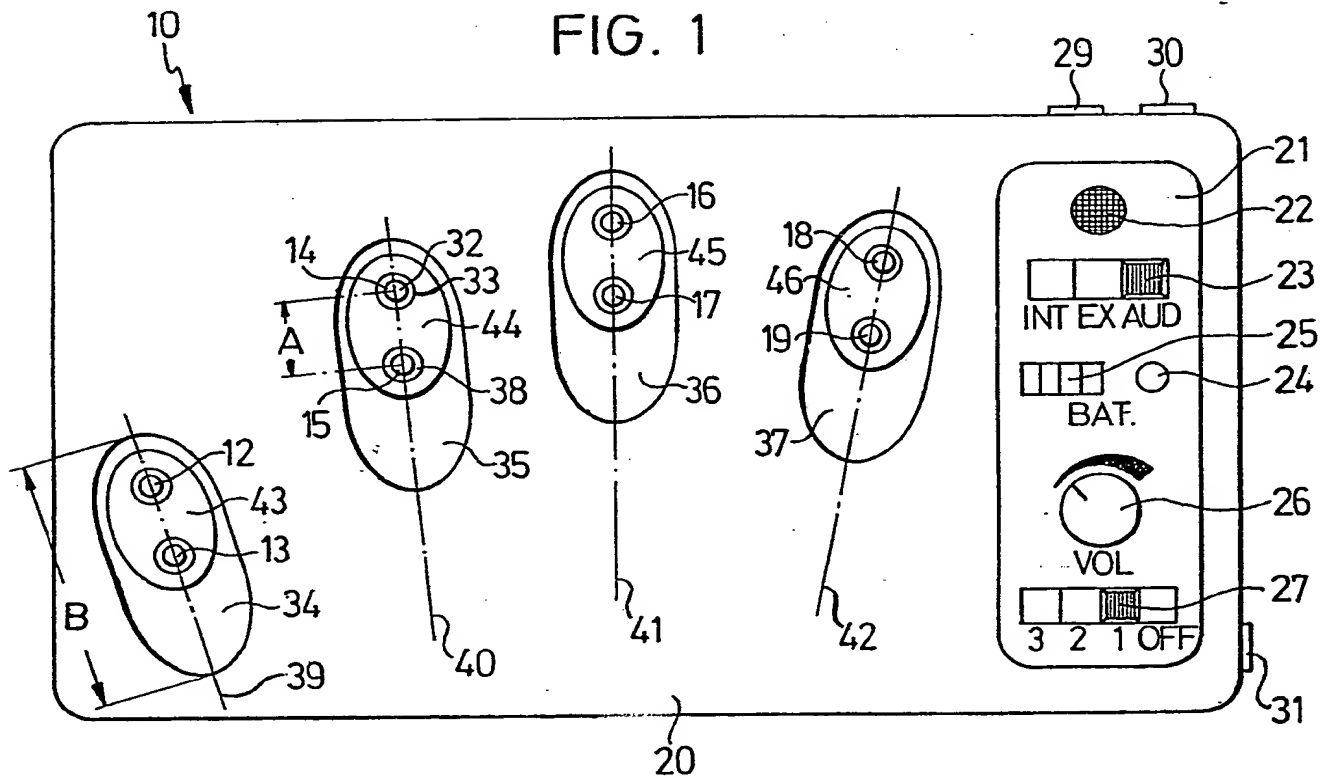
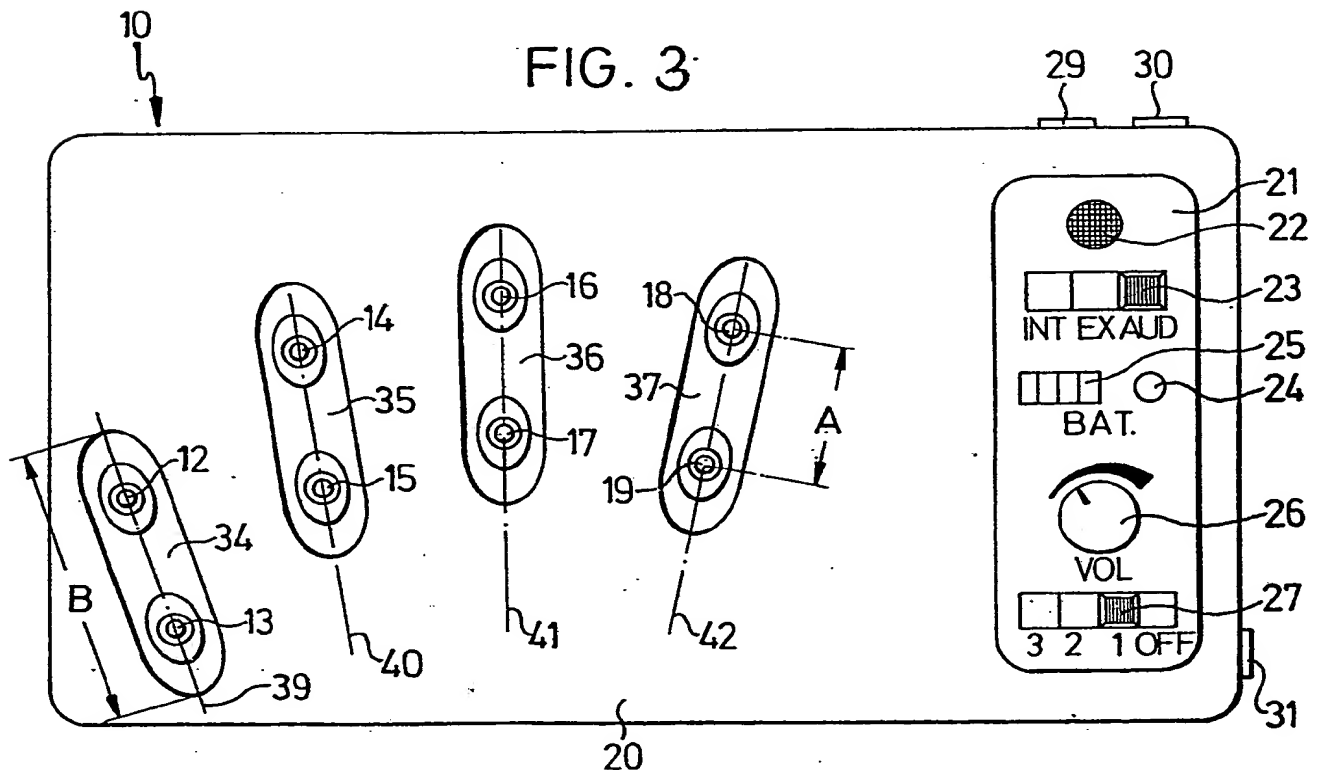


FIG. 3



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**